

# 分体式工商业用 物联网膜式燃气表的设计与实现

□ 重庆邮电大学自动化学院 (400065) 刘阳 曹龙汉

□ 重庆人文科技学院 (401524) 唐志

□ 重庆市山城燃气设备有限公司 (400021) 熊涛 李波

**摘 要:** 针对工商业燃气用户地域分散、燃气用量大、抄表困难以及通过GPRS构成单体式物联网燃气表功耗高等问题,提出一种使用低功耗单片机STM8L052、扩频通信模块SX1278和GPRS通信模块MC55组成的分体式物联网膜式燃气表设计方案。现场燃气计量部分采用低功耗设计,使用电池供电,放置在安全区域的GPRS通信传输部分采用市电供电,两者之间通过扩频通信传输,具有远程实时抄表、开关阀控制等功能。测试和实际应用表明,有效解决了单体式物联网燃气表的防爆和可靠供电问题。

**关键词:** 物联网 燃气表 GPRS 低功耗 扩频通信

## Design and Realization of Internet Diaphragm Gas Meters with Split-type for Industrial and Commercial

Liu Yang, Cao Longhan, Tang Zhi, Xiong Tao, Li Bo

**Abstract:** Aiming at the problem that the industrial and commercial gas users are scattered, the gas consumption is large, the meter reading is difficult and the power consumption of the single-material gas meter is high. A low-power single-chip STM8L052, spread spectrum communication module SX1278 and GPRS communication Module MC55 composed of split-type material network gas meter design. Gas measurement part uses low power design, use battery powered, placed in the safe area of GPRS communication transmission part use electricity supply, Between the two through the spread spectrum communication transmission, with remote real meter reading, valve control and other functions. Test and practical application shows that the effective solution to the monomeric material network gas meter explosion and reliable power supply problems.

**Keywords:** internet of things gas meter GPRS low power consumption spread spectrum communication

燃气计量是燃气系统的重要组成部分,由于城市燃气用户众多,燃气费的抄收任务十分繁琐和困难,实现燃气费的自动抄收是燃气公司的必然要求。随着信息技术的不断发展,人工抄表方式因为抄表难、收费难等问题逐渐被取代,智能燃气表应运而生<sup>[1]</sup>;IC卡燃气表因为燃气公司不能控制燃气表,不利于财务统计和防盗气<sup>[2]</sup>;虽然有线抄表方式抄表不用入户并且数据传输稳定,但前期布线工作量大,容易被损坏,容易发生故障,难于维护,在无线技术进步日新月异的今天,这种抄表方式必将被取代<sup>[3]</sup>;无线自组网燃气表实时性较好,能够实现数据的实时传输,但是只适合用户较为密集的区域。工业和商业燃气用户地域分散,难于实现无线自组网;由于燃气用量大,使用频繁,防爆要求高,使用GPRS通信的物联网燃气表虽然能够实现远程控制,但信息传输时电流大,难以使用电池长时间供电<sup>[4]</sup>。为此,物联网燃气表只能采取单向通信方式,定时开启网络上传数据和下载命令,或者通过被动唤醒与服务器进行通讯,不能对物联网燃气表进行实时操作,而工商业燃气用户需要时常监控,故这种单向通信方式不能满足使用需求。若将广域物联网网络部分独立出来安装在安全区使用220V市电供电,则可使其既能实现实时通信,又不会增加表具的功耗。基于此,提出一种将燃气表计量部分和GPRS通信传输部分分离的分体式物联网

燃气表设计方案,实现远程实时抄表、开关阀、调价等功能。

## 1 系统总体方案

根据国家无线电管理委员会相关文件要求,燃气表短距离通信功率不得超过50mW<sup>[5]</sup>。根据防爆等相关规定,燃气表电源使用4节碱性电池,并且其电源应能实际工作一年以上。功能上要求智能燃气表能实现远程实时抄表、开关阀控制、自动调价等功能。

系统总体架构如图1所示。燃气表使用4节干电池供电,收发器使用220V市电供电,燃气表和收发器之间通过RFID射频通信,外置收发器通过GPRS模块接入燃气公司服务器。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 硬件组成

分体式工商业用物联网膜式燃气表的硬件电路包括燃气表部分和收发器部分,两部分间通过RFID进行实时通信,系统硬件组成框图如图2所示。

燃气表部分包括STM8L052接口电路、计量模块、阀门模块、液晶模块、蜂鸣器电路以及RFID射频等电路。低功耗单片机使用STM8L052,它性价比

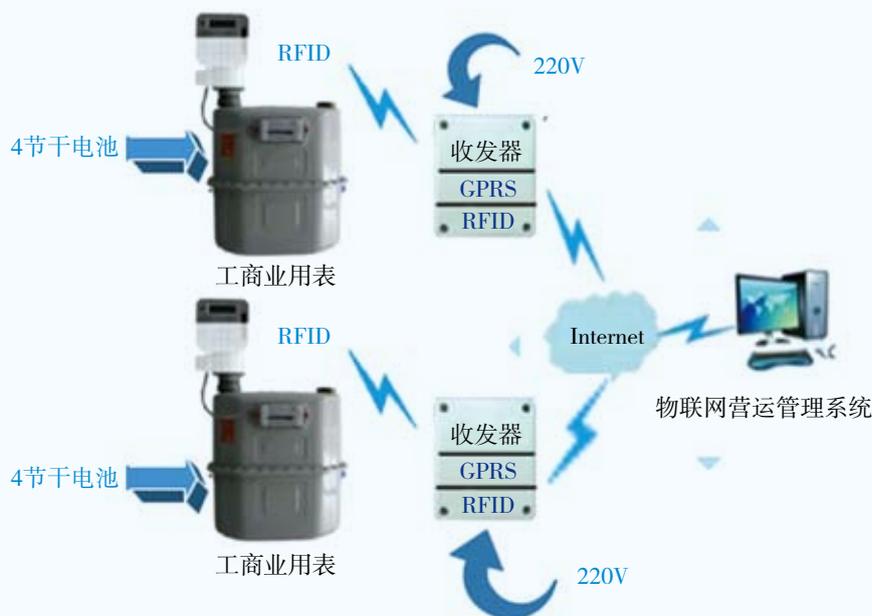


图1 系统总体架构图

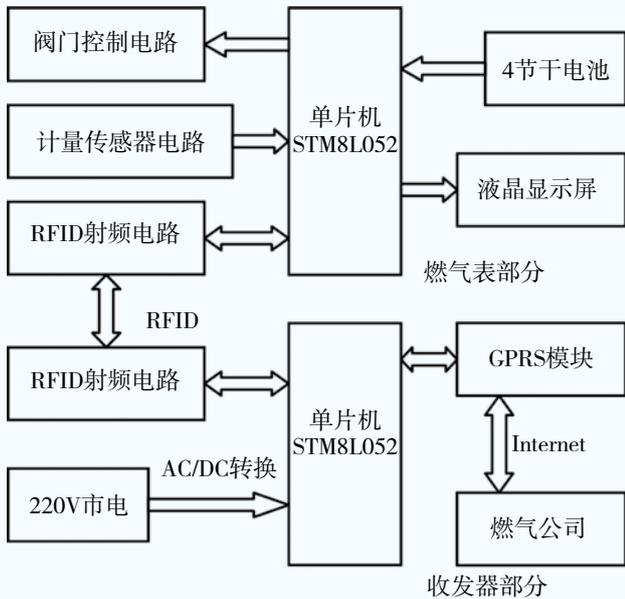


图2 系统硬件组成框图

高，并且拥有超低功耗的特点；其电源使用4节干电池串联共计6.0V的电压；单片机通过外围的计量模块、RFID射频电路等收集燃气表的信息，并根据收到的指令或脉冲控制阀门、液晶或者更改自身参数。

收发器部分硬件电路包含单片机及其接口、RFID射频电路、GPRS通信模块和电源模块。电源采用220V市电通过AC/DC变换为5V直流供电，表端单

片机平时处于睡眠模式，每当有数据或状态信息变化时，才唤醒并通过RFID实时传递信息给外置收发器，外置收发器处理后利用GPRS模块通过公网与燃气公司服务器进行通信。当系统端有指令信息（包括抄表、开关阀控制、充值等）下传，收发器收到指令后便通过RFID唤醒燃气表并发送相应指令。由于外置收发器长期处于工作状态，可以保证实时双向通信。GPRS模块外置，而表端控制器由碱性电池供电，平时处于睡眠模式，耗电量极低，可有效解决物联网燃气表的功耗问题。

### 2.2 RFID射频电路

燃气表和收发器上采用相同的RFID射频电路，该电路采用SX1278无线模块，该无线模块支持LoRa调制模式，接收灵敏度达到-148dbm，功耗极低且不需要使用温补晶振。由于使用扩频通信技术，不同扩频序列的终端即使使用相同的频率同时发送也不会相互干扰<sup>[6]</sup>。

采用LoRa技术后，设计人员可以最大程度地实现更长距离的通信与更低的功耗，与传统GFSK调制方式比较，通信距离更远、抗干扰能力更强、功耗更低。原理图如图3所示。

图3中的U6为射频开关，RF1是接收端，RF2为发送端。当V1为高电平（2V~5V）、V2为0V时，RF1

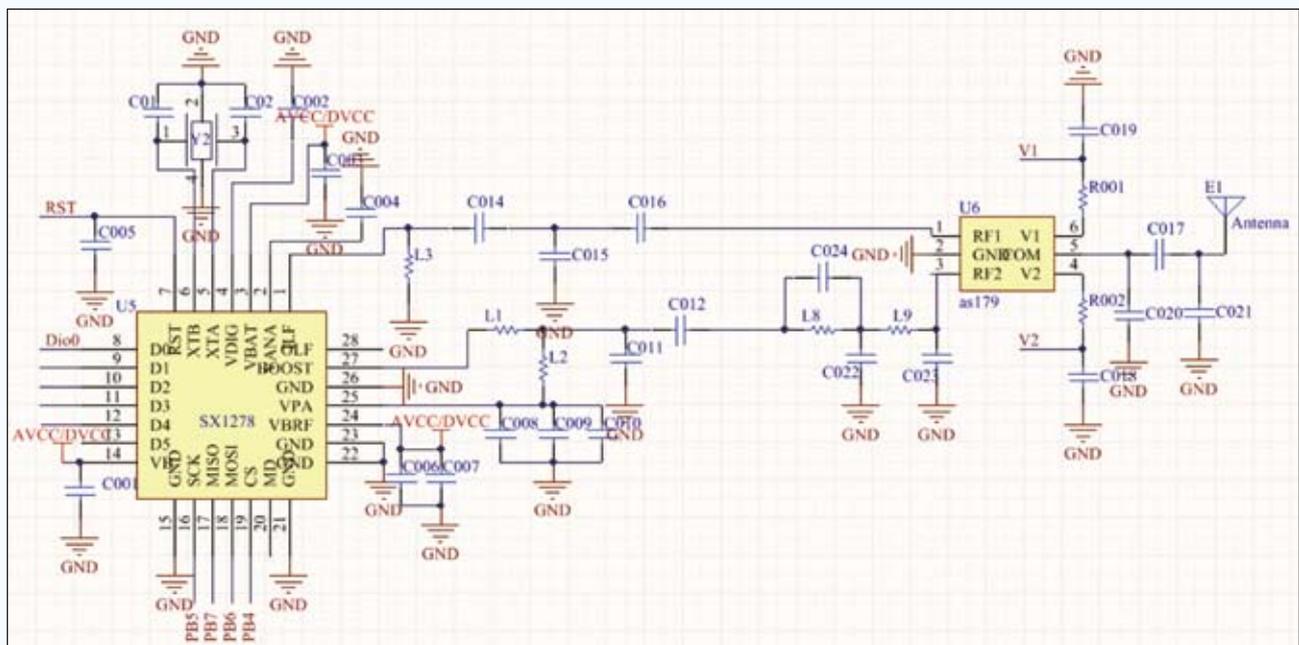


图3 RFID射频电路



表1 GPRS通信协议数据项定义

数据项	长度	说明
帧起始符	1	68H
帧长度	2	HEX码
功能码	2	BCD码
请求响应标志	1	HEX码
收发器编号	5	BCD码
数据域长度	2	HEX码
数据域	变长	混合编码
校验码	2	HEX码
帧结束符	1	16H

无论是燃气表或收发器,每个节点都有一个唯一的编号,作为节点的唯一标识。每一个收发器在连接上服务器后,都会向服务器发送一条注册包,服务器收到注册包后,将会存储每一个收发器对应的IP和端口,便于服务器对多个收发器进行批量管理。服务器在给收发器发送请求帧后,若在20s内没有收到对应收发器的响应帧,则会再次发送该请求帧,如果连发3次都未收到响应,说明通信故障,停止发送该请求。

### 3.2 RFID协议

单片机在低功耗模式下采取定时唤醒的方法,单片机每隔时间T主动唤醒时间t,在时间t内若没有收到任何数据,单片机进入睡眠状态;如果收到数据就一直唤醒并接收完数据,之后重新进入睡眠模式。时间T之后再次唤醒,重复上述过程。在进行通信的时候,节点之间采取先发送唤醒帧后通信的方法。为了不使指令时间过长,系统设置T为2s, t为2ms。

RFID通信协议的格式见表2。协议的第1个字节用来表示该帧的长度;第2个字节为该命令的功能码,以执行相应的动作,实现相应的功能;第3至6字

表2 RFID通信协议数据项定义

数据项	长度	说明
帧长度	1	HEX码
功能码	1	HEX码
发送节点	4	HEX码
目标节点	4	HEX码
数据域	变长	HEX码
校验码	1	HEX码

节为发送该命令的节点编号;第7至10字节代表目的地址编号;数据域表示需要设置的参数信息,如节点编号、气价等,也可以为空,如唤醒帧、抄数、开关阀等;最后一字节是累加和校验。

当节点接收到唤醒帧的时候,判断此帧的目标节点与自身编号是否一致:若不是,则返回睡眠状态;若是,则节点接收数据帧并进行相应处理。在之后一段时间内,若收到数据且目标节点与自身编号一致,则按照收到的帧的功能码执行相应的动作;如果目标节点与自身编号不一致,则继续等待数据,如果过了这段时间后,节点仍没收到任何发送给自身的数据,则再次进入睡眠状态。

## 4 系统软件设计

系统软件部分使用C语言编写,在IAR环境下进行开发。系统软件分为表端和收发器两个部分。

### 4.1 表端程序设计

表端主程序流程图如图5所示,系统上电后,首先进行初始化,然后进入低功耗模式,在此模式下每隔2s唤醒2ms,判断有无收到无线信号,若有,则进入中断并唤醒。

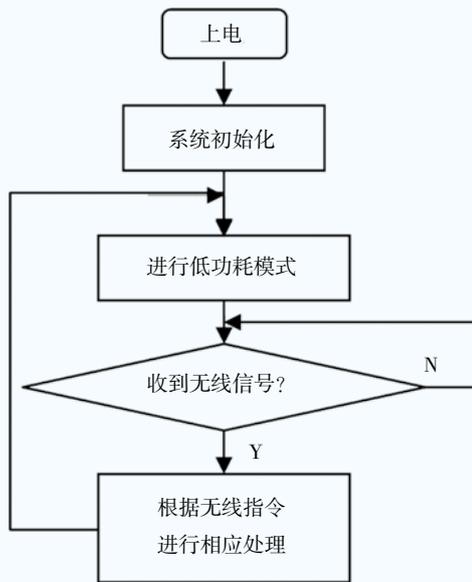


图5 表端主程序流程图

### 4.2 收发器程序设计

收发器程序流程如图6所示。系统接通电源后,

表3 燃气表中各模块的功耗测试

	单片机	计量模块	液晶屏	阀门	蜂鸣器	无线接收	无线发送
工作	2/mA	1/mA	5~8/ $\mu$ A	240~320/mA	20/mA	15/mA	90/mA
睡眠	20/ $\mu$ A	无	无	无	无	无	无

等待收发器自身初始化完毕,使SX1278进入无线接收模式,GPRS模块与燃气公司服务器建立连接。然后进入循环,判断有无收到无线信号,若收到则通过GPRS模块向燃气公司管理系统转发。判断有无收到GPRS指令,若收到则将指令通过无线射频模块向表端转发。

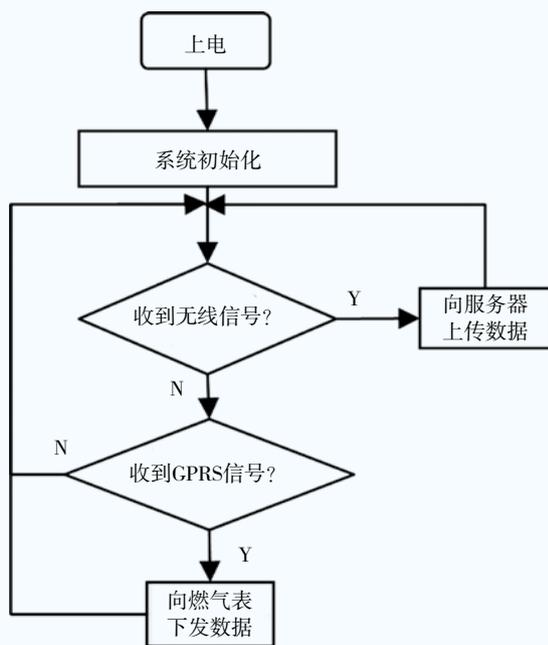


图6 收发器程序流程图

## 5 系统测试

系统测试主要是服务器与燃气表间的通信测试以及燃气表的功耗测试。其中,燃气表端的各模块功耗测试结果如表3所示。

由于计量模块、液晶屏、阀门和蜂鸣器大部分时间都处于休眠状态,表端功耗主要来自唤醒工作状态下的无线部分和睡眠状态下的单片机部分。由于工商业用燃气表需要时常控制,如果按照一天发送10条指令,每次无线接收和发送各5s,则单日常无线部分的功耗约为:

$$W \approx 10 \times 3 \times (90 + 15) / 3600 \approx 0.88 \text{mAh} \quad (1)$$

单日常睡眠状态下的单片机部分功耗约为:

$$W \approx 0.02 \times 24 = 0.48 \text{mAh} \quad (2)$$

由上可知,燃气表单日常总功耗约为1.4mAh,如果采用4节容量约1000mAh的普通5号碱性电池LR6AA1.5V串联供电,电压过低时(低于4.4V)燃气表会主动关阀,可计算出燃气表电池的使用寿命可达1年~2年。

## 6 结束语

通过分体式设计,在满足低功耗要求的同时,实现了物联网燃气表的双向实时通信,提高了燃气表的可控性、可靠性,大大提高了燃气公司的工作效率。

### 参考文献

- 傅德基. 智能燃气表的现状与发展趋势探讨[J]. 中国高新技术企业, 2016; 23(5): 75-76
- 赵振中, 廖红春. 智能燃气表现状与发展方向[J]. 煤气与热力, 2014; 34(7): B29-31
- Yao G, Zhang H, Chen Q. A wireless automatic meter reading system based on digital image process and ZigBee-3G[C]. IEEE International Conference on System Science and Engineering. IEEE, 2014: 128-132
- 陈军, 张帅旗. 浅谈物联网燃气表系统在城市燃气中的应用[J]. 城市建设理论研究, 2014; 3(15): 411-413
- 邵泽华. 智能燃气表的无线通信技术[J]. 煤气与热力, 2016; 36(3): 85-89
- 龚天平. LORA技术实现远距离、低功耗无线数据传输[J]. 电子世界, 2016; 37(10): 115-117

\*基金项目: 重庆市物联网产业共性关键技术创新主题专项项目, (编号: CSTC2015zdcy-ztxx40007)